

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年9月18日 (18.09.2003)

PCT

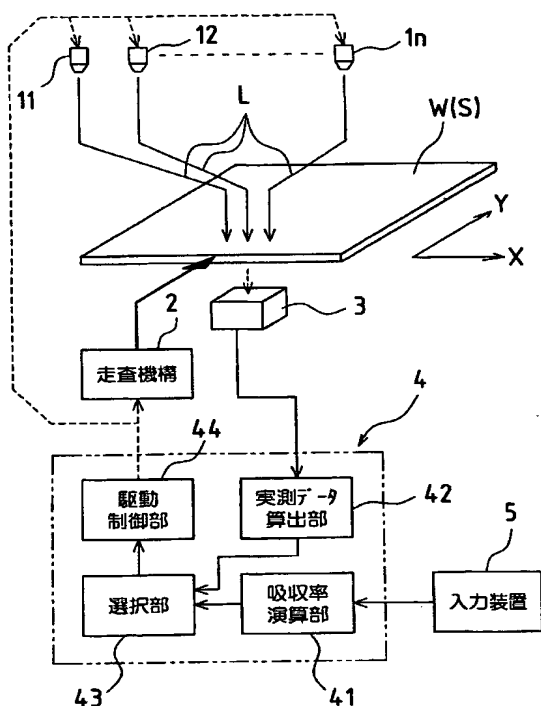
(10) 国際公開番号
WO 03/076151 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B28D 5/00 [JP/JP]; 〒850-8570 長崎県 長崎市 江戸町2番13号 Nagasaki (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/02961
- (22) 国際出願日: 2003年3月12日 (12.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-066934 2002年3月12日 (12.03.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三星ダイヤモンド工業株式会社 (MITSUBOSHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒564-0044 大阪府 吹田市 南金田2丁目12番12号 Osaka (JP). 長崎県 (NAGASAKI PREFECTURAL GOVERNMENT)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森田 英毅 (MORITA, Hideki) [JP/JP]; 〒856-0026 長崎県 大村市 池田2丁目1303-8 長崎県工業技術センター内 Nagasaki (JP). 大津 泰秀 (OTSU, Yasuhide) [JP/JP]; 〒564-0044 大阪府 吹田市 南金田2丁目12番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP). 枝達雄 (EDA, Tatsuo) [JP/JP]; 〒564-0044 大阪府 吹田市 南金田2丁目12番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 倉内 義朗 (KURAUCHI, Giro); 〒530-0047 大阪府 大阪市 北区西天満4丁目14番3号住友生命 御堂筋ビル Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING FRAGILE MATERIAL

(54) 発明の名称: 脆性材料の加工方法及び加工装置



(57) Abstract: A method of processing a fragile material, comprising the steps of pre-setting the light (for example, laser beam)(L) absorptivity of a processed fragile material (W), calculating the absorptivity of a sample (S) provided when the light (L) of the same wavelength for the fragile material is radiated to the sample (S) by using the thickness of the plate-like sample (S) of the same material as the processed fragile material (W), selecting a light wavelength suitable for the absorptivity of the processed fragile material based on the calculated value of the absorptivity and the actually measured data of the absorptivity provided by actually radiating the light (L) to the sample (S), and processing the fragile material (W) by using the light of the selected wavelength.

(57) 要約: 加工対象となる脆性材料Wの光 (例えばレーザー光) Lの吸収率を予め設定しておき、その吸収率の設定値と、加工対象の脆性材料Wと同じ材質の板状のサンプルSの厚みを用いて、サンプルSに脆性材料と同一波長の光Lを照射したときのサンプルSの吸収率を演算し、この吸収率の演算値と、サンプルSに実際に光Lを照射することによって得られる吸収率の実測データに基づいて、加工対象の脆性材料の吸収率に適した光波長を選択し、その選択した波長の光を用いて脆性材料Wの加工を行う。

2...SCANNING MECHANISM
5...INPUT DEVICE
41...ABSORPTIVITY CALCULATION PART
42...ACTUALLY MEASURED DATA CALCULATION PART
43...SELECTION PART
44...DRIVE CONTROL PART



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

脆性材料の加工方法及び加工装置

5 技術分野

本発明は、ガラス、セラミックあるいは半導体ウェハなどの脆性材料の加工方法及び加工装置に関する。

背景技術

- 10 レーザ光源からのレーザ光を加工対象の脆性材料の表面に照射し、その際に発生する加熱冷却変化による熱歪を利用して脆性材料を加工することが知られている。

- 例えば、特公平 3-13040 号公報には、脆性材料の加工始点に形成した亀裂を、レーザ光照射による熱応力により加工ライン上に沿って誘導することによって、脆性材料を切断する加工方法が開示されている。また、特表平 8-509947 号（特許第 3027768 号）公報には、脆性材料へのレーザ光照射により発生する熱応力によって材料表面から所定深さまで達する亀裂を形成し、その亀裂を利用して脆性材料を分断する加工方法が開示されている。

- この種の加工に用いられるレーザ光源の代表的なものとして、発振波長が 2.9 μm の HF レーザ、発振波長が 5.5 μm の CO レーザ、発振波長が 10 μm 付近の CO₂ レーザ等のガスレーザが挙げられる。また、固体レーザとして、種々の波長を発振するルビーレーザ、半導体レーザ等が市販されている。

- 市販品として入手可能なレーザ光源のうち、1~3 μm 付近の波長のレーザ光はシリコン等の半導体ウェハの加工に用いられており、5~10.6 μm 付近の波長のレーザ光はガラス等の脆性材料の加工に用いられている。また、1~10.6 μm 付近の波長のレーザ光を用いて各種セラミック材料を加工することが行われている。なお、レーザ光を用いた加工は金属加工にも応用されている。

ところで、特公平 3-13040 号公報や特表平 8-509947 号（特許第 3027768 号）公報に開示されている加工方法によれば、使用するレーザ光

源の波長の選択に対しては、特に配慮されておらず、照射するレーザー光の波長が切断対象の材料に対してその加熱エネルギーがその中に十分吸収される最適な吸収波長となっていないことが多い。このため、材料内部の温度上昇は材料表面の加熱部分からの熱伝導に頼るしかなく、必要な温度上昇迄に多くの時間を要することから、レーザー光の照射時間を長くとる必要があり、加工速度を速くすることができない。また、照射時間を長くした際の別の問題として、材料内部が加工（亀裂の形成）に必要な温度に達する前に、照射部の表面付近の温度が材料の熔融温度近く、もしくはそれ以上に加熱されて材料表面付近が熔融してしまうと、精度が良好なスクライプラインを得ることが困難になるという問題がある。なお、特

5 表平 8-509947 号（特許第 3027768 号）公報に開示の加工方法では、材料内部が十分に加熱されるまでに多くの時間を要することから、亀裂を材料の内部深くまで形成することができないという問題もある。

ここで、レーザー光の波長を考慮した加工方法がいくつか提案されている。例えば、米国特許第 5, 138, 131 号には、加工対象のガラスにレーザー光が十分に吸収されるようにするため、加工対象のガラスのレーザー光透過率を測定し、その透過率がゼロ近くになる波長領域（4 μm 以上）を選択して、その波長領域にあるレーザー光をガラスに照射する加工方法が開示されている。

15

しかし、この加工方法では、レーザー光の波長に対する加工材料の吸収率があまりにも大き過ぎるため、照射レーザー光の大部分が材料の表面近傍で吸収されてしまい、照射レーザー光による直接加熱は材料表面から数 μm の深さまでしか及ばない。このため、材料の表面近くのみが加熱され、材料内部には表面付近で吸収された光エネルギーが熱に変化した後の熱伝導によって伝わるのみである。その結果、表面付近の加熱時点から内部が十分に加熱されるまでに熱伝導時間に相当する時間遅れが発生する。このことは、熱歪によって形成される亀裂の発生が内部では遅れることを意味している。

25

また、材料の表面付近が集中して加熱されるため、レーザー光の照射エネルギーが集中する表面付近では、上記した時間遅れも重なって必要以上に加熱されてしまう。これにより最悪の場合には一部が熔融温度近くまで加熱されてしまい、加工対象材料の切断後の品質にも影響が現れる。さらに、加熱時間の遅れによる切断

速度の低下を補うために、大出力のレーザ光源からのレーザ光を材料に照射して、速やかに大量の加熱エネルギーが材料内部へと移動していくようにする必要性も出てくる。

5 発明の開示

本発明は、そのような実情に鑑みてなされたもので、加工速度の速い脆性材料の加工方法及び加工装置の提供を目的とする。

- 本発明の加工方法は、加熱源としての光源からの光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を
- 10 加工する方法において、加工対象となる脆性材料への照射光の吸収率を予め設定しておき、その吸収率の設定値と、加工対象の脆性材料と同じ材質の板状のサンプルの厚みとを用いて、サンプルに脆性材料と同一波長の光を照射したときのサンプルの吸収率を演算し、この吸収率の演算値と、サンプルに実際に光を照射することによって得られる吸収率の実測データに基づいて、加工対象の脆性材料の
- 15 吸収率に適した光波長を選択することによって特徴づけられる。

本発明の加工方法において、互いに波長が異なる複数種の光をサンプルに順次照射し、その光照射によって得られる各波長ごとの透過光強度の測定値からサンプルの吸収率の実測データを算出し、それら実測データを用いて光波長の選択を行うようにしてもよい。

- 20 本発明の加工方法において、加工を行う脆性材料の光照射位置の裏面側に反射層を形成しておいてもよい。また、脆性材料をテーブル上に載置して加工を行う場合、そのテーブルの材料載置面に反射層を形成しておいてもよい。

本発明の加工方法で実施する演算処理（レーザ光波長選択演算）の詳細を以下に説明する。

- 25 なお、実際の脆性材料の場合には、入射面側である材料表面での反射があったり、透過する際に材料内部から出射側面へ透過する透過面である材料裏面での反射があったりする。しかし、ここでは議論を簡単にする為に、そうした材料の入射部分や透過部分での反射は小さいとして無視して議論することにする。

また、脆性材料が表示用の被切断パネル材料として用いられた場合には、入射

面側の裏面側には画面表示用やその表示制御用の各種駆動・制御回路を形成するための表面加工がされていたりする。そうした場合においても、議論を簡単にするために、表面加工部分の影響は受けずに表面加工がされていない部分に対して光が入射し透過していくとして議論することにする。

- 5 まず、物体に真空中の波長 λ_0 、強度 I_0 の光を照射したとき、深さ z の場所での光強度 I は、 $I = I_0 \cdot \exp(-\alpha \cdot z)$ で表すことができる。ここで、 α は吸収能と呼ばれる物理量で、 $\alpha = (4\pi/\lambda_0)k = (4\pi/\lambda_0)n\kappa$ で表される。ただし、 n はその物体の屈折率、 k 、 κ は減衰係数である。

- 図2に示すように、加工対象の脆性材料と同じ材質で厚さが数分の1である、
10 厚み d の板状のサンプル S に、波長が既知のレーザ光（強度 I_0 ）を照射したときに、サンプル S 中でレーザ光が $A\%$ 吸収されたとすると、以下の関係が成立する。

$$\frac{I_0 - I}{I_0} = \frac{A}{100} \cdots (1), \quad I = I_0 \cdot \exp(-\alpha \cdot d)$$

15
$$\frac{I}{I_0} = \frac{100 - A}{100} = \exp(-\alpha \cdot d) \cdots (2)$$

$$\left(\frac{100 - A}{100} \right)^{1/d} = \exp(-\alpha) \cdots (3)$$

- 20 また、図3に示すように、厚み D の脆性材料 W に、サンプル S と同一波長の光を照射したときの出射光強度 I' で透過率が $B\%$ になったとすると、以下の関係が成立する。

$$I' / I_0 = \exp(-\alpha \cdot D) = B / 100$$

$$(3) \text{ を用いて } \exp(-\alpha \cdot D) = \left((100 - A) / 100 \right)^{D/d} = B / 100$$

25
$$(100 - A) / 100 = (B / 100)^{d/D} \cdots (4)$$

$$\begin{aligned} 100 - A &= 100 \cdot (B / 100)^{d/D} \\ &= (100)^{D/d} \cdot (100)^{d/D} \cdot (B / 100)^{d/D} \\ &= (100)^{D/d} \cdot B^{d/D} \end{aligned}$$

$$\therefore A = 100 - (100)^{D/d} \cdot B^{d/D} \cdots (5)$$

そして、以上の関係式と、厚み d の板状のサンプル S の透過光強度の実測データを用いて、加工対象の脆性材料に最適な波長のレーザ光を選択することができる。その手法を以下に詳述する。

- まず、加工対象である厚み D の脆性材料に対して、何%の吸収率のレーザ光を
5 照射して加工を行うのが良いのかを決定しておく。

いま、吸収率を $B\%$ と決定したとすると、その吸収率 $B\%$ と上記の (5) 式に基づいて、加工対象の脆性材料と同一の材質で厚み d のサンプルに、加工対象と同一のレーザ光を照射した場合に、どの位の吸収率になるかを演算する。その演算結果を吸収率 $A\%$ とする。

- 10 次に、厚み d のサンプル S に実際にレーザ光を照射して、上記演算で求めた吸収率 $A\%$ に近い吸収率の値（実測データ）が、どの波長領域で得られるかを調べる。具体的には、サンプル S にレーザ光を波長を変更しながら照射するか、あるいは波長が異なる複数種のレーザ光を照射する。次いで、レーザ光照射によって得られる各波長ごとの透過光強度の実測データを用いてサンプル S の実際の吸収
15 率を求め（上記した (1) 式を使用）、それら実際の吸収率（実測データ）と、上記演算で求めた吸収率 $A\%$ とを比較し、吸収率 $A\%$ に対応する値のレーザ光波長を見つける。

以上の処理により、加工対象の脆性材料の吸収特性に最適な波長に近いレーザ光波長を選定することができる。

- 20 このようなレーザ光波長の選択により、加工速度を従来よりも高めることができる。その理由を以下に述べる。

- まず、レーザ光波長の選択が不適切な場合、加工対象の材料内での吸収率がゼロ%でほとんど吸収されず透過していく場合がある。逆に、材料内の吸収率が100%近くであると、図4に示すように、脆性材料 W に照射されたレーザ光 L は
25 、脆性材料 W の表面近くで吸収される。これにより脆性材料 W の表面部分は瞬時に加熱されるが、材料内部では熱伝導によって内部温度が上昇していくので、その熱伝導に要する時間分だけ材料内部の温度上昇が遅れる。

これに対し、本発明の加工方法のように、加工対象の脆性材料の吸収特性に最適な波長に近い波長のレーザ光を選択すると、図5に示すように、脆性材料 W へ

のレーザ光Lの照射により、脆性材料Wの表面付近と材料内部の領域が吸収領域となり、広い体積が同時に加熱される。これにより材料内部の加熱は光伝播速度の遅れ時間だけ遅れるだけで済み、脆性材料Wの表面付近が加熱されるのとほぼ同時に材料の内部深くまで加熱されることになり、短時間で必要とする温度上昇
5 が得られる。その結果として、加工速度を速くすることが可能になる。また、脆性材料の表面付近から内部深くまで熱歪を発生させることができるので、亀裂を脆性材料Wの内部深くまで形成することができる。

さらに、図6に示すように、加熱スポット付近の温度上昇により発生する熱応力（実線）の変化が、レーザ光波長の選択が不適切な場合（従来の加工方法：破
10 線）よりも急峻となり、材料中の狭い領域に熱応力が集中する結果、熱応力の強度も強くなる。

ここで、本発明において、照射部の材料表面と内部の温度勾配を小さくする加熱方法が実現されるように配慮することにより、板厚方向に比較的均一な加熱帯を発生させることができる。例えば、予め所定の温度で加工材料を予熱しておく
15 とか、板厚方向材料の光吸収率の小さい光源を用いることで熱勾配は板厚方向で小さくなる状況になる。従って、種々の材料を切断加工対象とした場合に、吸収率の小さい波長の光で切断加工可能な材料が多く対象に当てはまる。場合によっては、照射エネルギーの一部が材料を透過してくる場合であっても切断性能それ自体には問題はない。材料の底面やテーブル面に反射層を形成して、底面やテーブル
20 面にて入射光を反射させる方法なども有効な方策となる。このような方法を採用することで板厚方向に比較的均一な加熱帯を発生させることができる。

本発明において、加工時に得られるクラックの深さが照射する光の波長を変え（すなわち、加工材料内の吸収率を変化させる）ことにより制御可能である。さらに、照射光の走査方向に左右の照射表面の片方の面に近づける形で照射角度
25 を傾けることにより、傾斜する面で加工材料を切断することが可能となる。この切断面においても、通常の切断面と同様面取り加工が不要な平滑面が切断後に得られる。

本発明において、加工材料の所定照射位置の裏面側やテーブルの材料載置面に適切な反射層を形成しておくことによって、加工材料の奥深くにまで照射エネルギー

ギが十分に行き渡るようにしておけば、クラックが表面から裏面側まで浸透する程度に進展する形で加工が行われるフルボディカットに本発明を有効に活用可能である。

- また、本発明は、レーザ光による照射熱が照射部の下方向に熱伝導よりも早く
- 5 吸収されるという特徴をもっている。その結果、加工対象となる脆性材料の表面に向かってある所定の角度の照射角度でレーザビームを照射させると、クラックが表面から所定の角度で傾斜する形で内部に形成されるので加工の自由度が増すという利点がある。

- 本発明の加工装置は、以上の特徴をもつ脆性材料の加工方法の実施に適した装
- 10 置であって、互いに異なる波長の光を発振する複数の光源と、これら光源と脆性材料とを相対的に移動させる走査手段と、予め設定された吸収率の設定値とサンプルの厚みデータとを用いて、サンプルに脆性材料と同一波長の光を照射したときのサンプルの吸収率を演算する吸収率演算手段と、各光源からの光をサンプルに照射したときの透過光強度を測定するための光強度測定手段と、光強度測定手
- 15 段にて測定された各波長ごとの透過光強度の測定値からサンプルの吸収率の実測データを求める実測データ算出手段と、これら吸収率の実測データと上記吸収率の演算結果に基づいて加工対象の脆性材料の吸収率に適した光波長を選択する選択手段を備え、その選択された波長に該当する光を発振する光源を、複数の光源の中から選択して、脆性材料の加工を実行するように構成されていることによつ
- 20 て特徴づけられる。

本発明において、光強度測定手段を用いて、加工前の段階で予め加工材料の表面付近の光強度 I_0 を測定しておく。その後、サンプルと加工材料の裏面側で透過光の光強度を測定し、 I_0 と比較することにより各材料内での吸収率を算定する。

- 25 本発明は、光源からの光（レーザ光等）の照射により、脆性材料に深い亀裂を入れる切断加工、あるいは光照射のみで脆性材料を加工線（スクライブ線）の左右に完全に分離する切断加工のいずれの加工にも適用できる。

また、本発明において加熱源としての光源は、材料表面で吸収されてしまわないで材料内部に進入し内部で熱に変換される波長の光であれば特に限定されず、

レーザ光のほか、可視光、紫外光など種々の波長を持つ光、または、波長の異なるレーザを複数組み合わせた光源を挙げることができ、これらの光源を用いて、照射部の材料表面と内部の温度勾配を小さくする加熱方法を用いて加工することによって速度と精度を向上させ、また傾斜切断が可能となる特徴点が得られる。

- 5 レーザ以外の光源としては、紫外線ランプや赤外線ランプが使用可能であり、レーザ光源では白色レーザも適用可能である。

さらに、本発明に用いる光源としては、単一波長の発光源であるレーザ光源以外に、赤外線ランプとかいった加熱ランプなど複数の波長を放出する熱光源も含まれるが、これまでの上記説明では記述を簡単にするために、単一の波長を発生

- 10 するレーザ光源を代表的な加熱源として説明した。

加熱ランプを用いる場合には、多数ある市販品の中から、予めそれらの分光特性に関するデータをそれらのランプの製造メーカーから入手しておくか、そうしたデータを自ら測定して入手する。

- 15 そうした、複数の波長成分を含む光を放射する光源を用いる場合には、光源からの光の中に含まれる波長成分のうちスペクトル成分の光強度が一番強いもの又はそれに準ずる強さである波長成分に注目して、予め定めた所定の波長幅の光成分について光強度を測定することにより、吸収率とか透過率の目安とする。

- その方法としては、例えば、加工対象の材料の所定厚みのサンプルを用いて、各光源の光をそのサンプルに照射した場合の吸収特性や透過率に関するデータを
20 収集する。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態の構成を模式的に示す図である。

- 25 図2は、厚みdの板状のサンプルにレーザ光を照射した様子を示す模式図である。

図3は、厚みDの脆性材料にレーザ光を照射した様子を示す模式図である。

図4は、レーザ光照射により脆性材料の表面付近のみが加熱される状況を模式的に示す図である。

図5は、本発明の作用説明図で、レーザ光照射により脆性材料の表面付近と内

部の領域が同時に加熱される状況を模式的に示す図である。

図 6 は、本発明の作用説明図で、加熱スポット付近の温度上昇により発生する熱応力の大きさの変化を示す図である。

5 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態を、以下、図面に基づいて説明する。

図 1 は本発明の実施形態の構成を模式的に示す図である。

図 1 の加工装置は、互いに異なる波長を発振する複数のレーザ光源 1 1、1 2
… 1 n を備えている。これらレーザ光源 1 1、1 2 … 1 n には、半導体レーザ、
10 ガスレーザ、固体レーザあるいはエキシマレーザ等の各種レーザが適用される。

なお、レーザ光源 1 1、1 2 … 1 n として半導体レーザを用いる場合、各レーザ光源（素子）の配置は特に問題はないが、ガスレーザ、固体レーザやエキシマレーザを複数用いる場合、レーザ光源の形状寸法が大きくなるので、複数のレーザ光源の全てを、加工対象である脆性材料 W の上方となる場所に配置することが
15 困難になる場合がある。この場合、複数のレーザ光源 1 1、1 2 … 1 n を設置する場所から、レーザ光 L を光ファイバ等の光学手段を用いて、加工対象となる脆性材料 W の表面に導くようにすればよい。

加工対象となる脆性材料 W は、X-Y テーブル等の走査機構 2 によって、X-Y 方向に移動される。脆性材料 W には複数のレーザ光源 1 1、1 2 … 1 n のうち
20 の 1 つのレーザ光源 1 1（または 1 2 … 1 n）からのレーザ光 L が照射される。このレーザ光源 1 1（または 1 2 … 1 n）の選択・駆動、及び走査機構 2 の駆動制御は、後述する演算処理装置 4 によって実行される。

複数のレーザ光源 1 1、1 2 … 1 n の下方（脆性材料 W の下方）に光強度測定装置 3 が配置されている。光強度測定装置 3 は、各レーザ光源 1 1、1 2 … 1 n
25 からのレーザ光 L を、後述するサンプル S に照射したときの透過光強度を測定するものである。光強度測定装置 3 の測定値は演算処理装置 4 に採り込まれる。

演算処理装置 4 は、吸収率演算部 4 1、実測データ算出部 4 2、選択部 4 3、並びに駆動制御部 4 4 などを備えている。演算処理装置 4 には、加工形状データ、加工対象の脆性材料 W の厚み、サンプル S の厚み、並びにレーザ光 L の吸収率

の設定値などを入力するための入力装置 5 が接続されている。

吸収率演算部 4 1 は、入力装置 5 の操作にて入力された加工対象の脆性材料 W の厚み、サンプル S の厚み、及び吸収率の設定値を用いて、サンプル S に加工対象の脆性材料 W と同一波長のレーザ光 L を照射したときのサンプル S の吸収率を
5 演算する。具体的には、脆性材料 W の厚み D、サンプル S の厚み d 及び吸収率の設定値 B % の各値を、先に述べた (5) 式に代入して、サンプル S の吸収率 A % を演算する。

駆動制御部 4 4 には、実際の加工を行う加工モードと実験モードが設定されており、入力装置 5 の操作にて実験モードが指定されたときには、各レーザ光源 1
10 1、1 2 … 1 n を順に駆動する。

実測データ算出部 4 2 は、各レーザ光源 1 1、1 2 … 1 n からのレーザ光 L がサンプル S に照射されたときに、光強度測定装置 3 にて測定される、各波長ごとの透過光測定値からサンプル S の吸収率の実測データを算出する。なお、吸収率の実測データの計算には、上記した (1) 式を用いる。

15 選択部 4 3 は、吸収率演算部 4 1 で演算されたサンプル S の吸収率 A % と、実測データ算出部 4 2 にて算出された複数の吸収率実測データとを比較し、演算による吸収率 A % に一致もしくは近い値を示す実測データを見つけ出すという処理により、吸収率 A % に近い値を示す波長のレーザ光源を選択する。

そして、駆動制御部 4 4 は、加工モード時において、選択部 4 3 で選択された
20 1 台のレーザ光源 1 1 (または 1 2 … 1 n) のみを駆動するとともに、走査機構 2 を加工形状データに基づいて駆動制御する。これらレーザ光源 1 1 (または 1 2 … 1 n) 及び走査機構 2 の駆動制御により、加工対象である脆性材料 W の表面にレーザ光 L が走査される。

次に、脆性材料 W の加工手順を説明する。

25 まず、加工対象の脆性材料 W と同じ材質で厚さが数分の 1 の板状のサンプル S を用意しておく。

入力装置 5 を操作して、加工形状データ、サンプル S の厚み d、及び加工対象の脆性材料 W の厚み D 等の各データを演算処理装置 4 に入力する。また、厚み D の脆性材料に対して、何 % の吸収率のレーザ光を照射して加工を行うのが良いの

かを決め、その決定値 B % を演算処理装置 4 に設定しておく。

次に、光強度測定装置 3 の上方にサンプル S を配置し、演算処理装置 4 に実験モードを指示する。この操作により、レーザ光源 1 1、1 2 … 1 n が順に駆動され、各レーザ光源 1 1、1 2 … 1 n からのレーザ光 L がサンプル S に照射され、
5 そのレーザ光照射ごとに、光強度測定装置 3 にて測定されるサンプル S の透過光強度が演算処理装置 4 に採り込まれる。

全てのレーザ光源 1 1、1 2 … 1 n からのレーザ光 L による透過光強度の測定値が採取された時点で、演算処理装置 4 は、上記したサンプル S の吸収率 A % の演算と、サンプル S の吸収率の実測データの算出を行って、それらの結果から、
10 複数のレーザ光源 1 1、1 2 … 1 n のうち、加工対象の脆性材料 W の吸収特性に最適な波長に近いレーザ光源 1 1 (または 1 2 … 1 n) を選択する。

以上の処理が完了した後、レーザ光源 1 1、1 2 … 1 n の下方に加工対象である脆性材料 W を配置し、演算処理装置 4 に加工モードを指定する。これにより、演算処理装置 4 が、上記の処理にて選択されたレーザ光源 1 1 (または 1 2 … 1
15 n) を駆動するとともに、加工形状データに基づいて走査機構 2 を駆動制御することにより、脆性材料 W が所定の形状に加工される。

ここで、本実施形態では、レーザ光源 1 1、1 2 … 1 n からのレーザ光 L の照射により、脆性材料 W の内部深くまで亀裂を入れる切断加工、あるいは脆性材料 W の加工始点に形成した亀裂をレーザ光照射により進展させて脆性材料 W を完全
20 に分離する割断加工のいずれの加工も可能である。

以上の実施形態では、複数のレーザ光源を配置した例を示したが、本発明はこれに限られることなく、例えば発振波長が可変の自由電子レーザを用いても実施することができる。

自由電子レーザを用いる場合、レーザ光波長の選択処理として、サンプル S に
25 自由電子レーザからのレーザ光を照射した状態で、レーザ光の波長を連続的に変化させて、吸収率が最適な状況になる波長領域を見つけるという処理が可能になる。そして、最適な波長領域が判明した後、その波長領域に含まれるか、あるいは、その波長領域に近い波長のレーザ光を発振するレーザ光源を選択して脆性材料の加工を行えばよい。なお、レーザ光波長の選択処理つまりレーザ光の吸収率

の測定後においても、自由電子レーザー設備が利用可能な場合は、自由電子レーザーの発振波長を、吸収率測定で見つけた最適な波長に近い値に設定して、レーザー光を脆性材料に照射するという加工も可能である。

なお、加熱源としての光源は、レーザー光源のほか、可視光、紫外光など種々の波長の光を出力する紫外線ランプや赤外線ランプ等の各種の光源を適用してもよい。

また、光源から加工材料に伝送するエネルギー量が大きな場合は、光ファイバの代わりとして、伝送時の損失が最小になる形で適切な伝送手段を選択することにより目的を達成することが可能である。その具体的な伝送手段としては、低損失な伝送が可能な中空光ファイバ及び中空導波路等（松浦 祐司、宮城 光信：応用物理、第68巻、pp. 41-43 1993年及び同第62巻、pp. 44-46 1993年）を挙げることができる。

産業上の利用可能性

本発明によれば、従来の表面付近の加熱のみの場合と比較して、材料内部の加熱の温度上昇が速くなり、短時間で必要とする温度上昇が得られる結果、加工速度を速くすることが可能となり、有益である。

また、光照射により発生する亀裂が、材料表面から内部を通過して反対面まで達する形で延びて行くので、亀裂が材料内部深くまで形成され、これにより、レーザースクライプの後のブレイク工程での分断作業が容易になる。

さらに、材料の厚みによるが、光照射工程のみで脆性材料をスクライプラインの左右に完全に分断する切断加工も高速に行うことが可能になる。この場合、後工程として、カレットが多く発生するブレイキング工程を採用する必要がなくなるので、カレットと無縁な1つの工程でスクライプと分断作業を進行させることが可能となる。

請 求 の 範 囲

1. 加熱源としての光源からの光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法にお

5 いて、

加工対象となる脆性材料への照射光の吸収率を予め設定しておき、その吸収率の設定値と、加工対象の脆性材料と同じ材質の板状のサンプルの厚みとを用いて、サンプルに脆性材料と同一波長の光を照射したときのサンプルの吸収率を演算し、この吸収率の演算値と、サンプルに実際に光を照射することによって得られ
10 る吸収率の実測データに基づいて、加工対象の脆性材料の吸収率に適した光波長を選択することを特徴とする脆性材料の加工方法。

2. 互いに波長が異なる複数種の光をサンプルに順次照射し、その光照射によって得られる各波長ごとの透過光強度の測定値からサンプルの吸収率の実測データを算出し、それら実測データを用いて光波長の選択を行うことを特徴とする請
15 求の範囲第1項記載の脆性材料の加工方法。

3. 加工を行う脆性材料の光照射位置の裏面側に反射層を形成しておくことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の脆性材料の加工方法。

4. 脆性材料をテーブル上に載置して加工を行う際に、そのテーブルの材料載置面に反射層を形成しておくことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記
20 載の脆性材料の加工方法。

5. 加熱源としての光源からの光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する加工装置において、

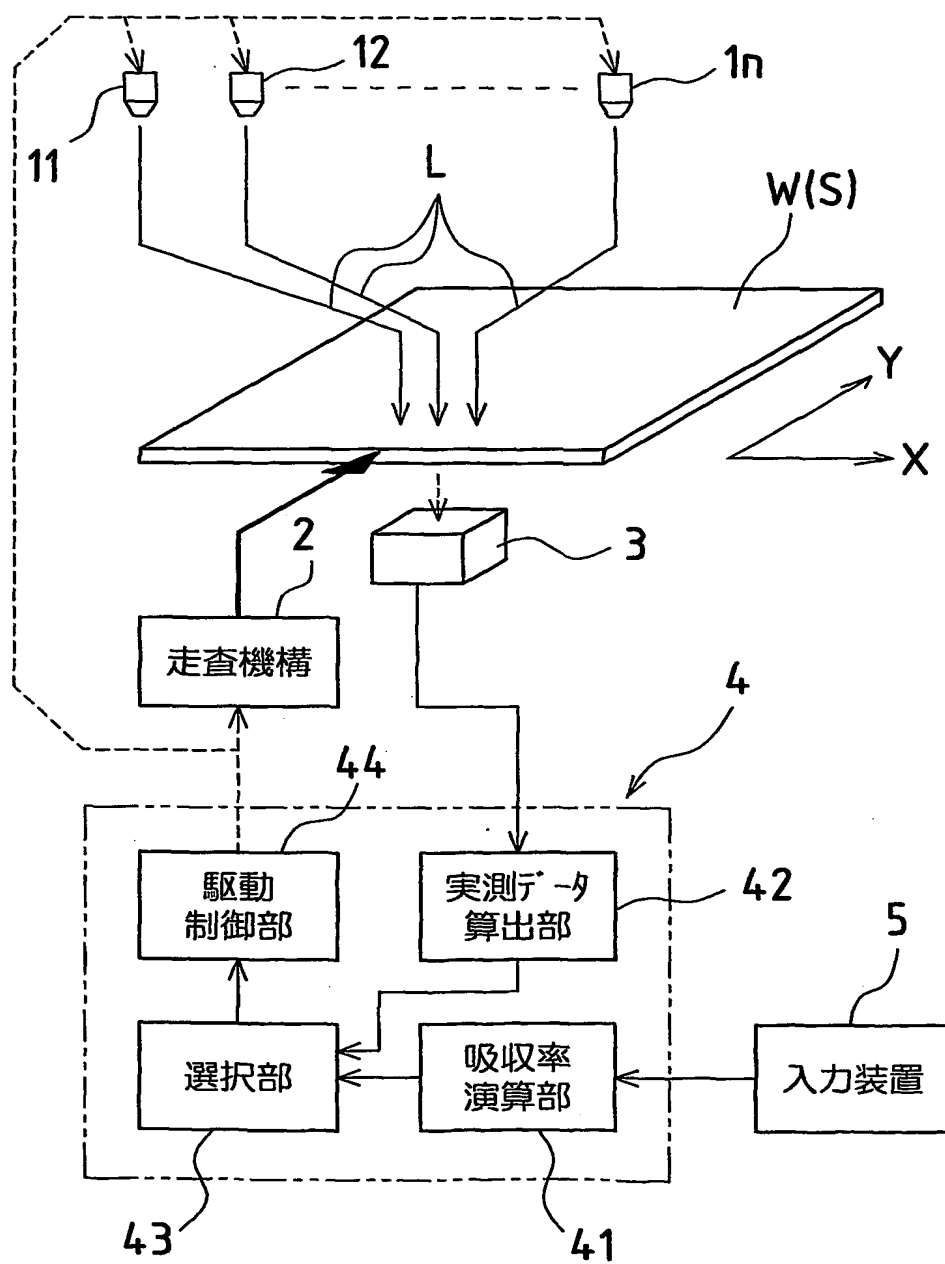
互いに異なる波長の光を発振する複数の光源と、これら光源と脆性材料とを相
25 対的に移動させる走査手段と、予め設定された吸収率の設定値とサンプルの厚みを用いて、サンプルに脆性材料と同一波長の光を照射したときのサンプルの吸収率を演算する吸収率演算手段と、各光源からの光をサンプルに照射したときの透過光強度を測定するための光強度測定手段と、光強度測定手段にて測定された各波長ごとの透過光強度の測定値からサンプルの吸収率の実測データを求める実測

データ算出手段と、これら吸収率の実測データと上記吸収率の演算結果に基づいて加工対象の脆性材料の吸収率に適した光波長を選択する選択手段を備え、その選択された波長に該当する光を出力する光源を、複数の光源の中から選択して、脆性材料の加工を実行するように構成されていることを特徴とする脆性材料の加工装置。

5 工装置。

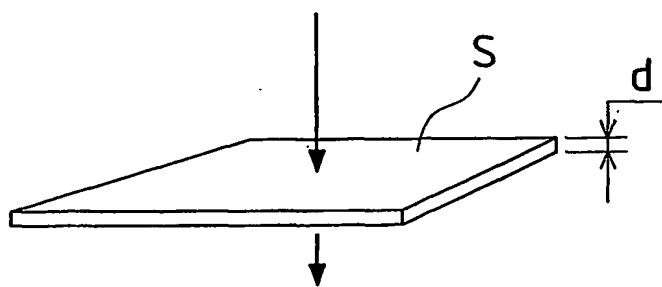
1/5

図1



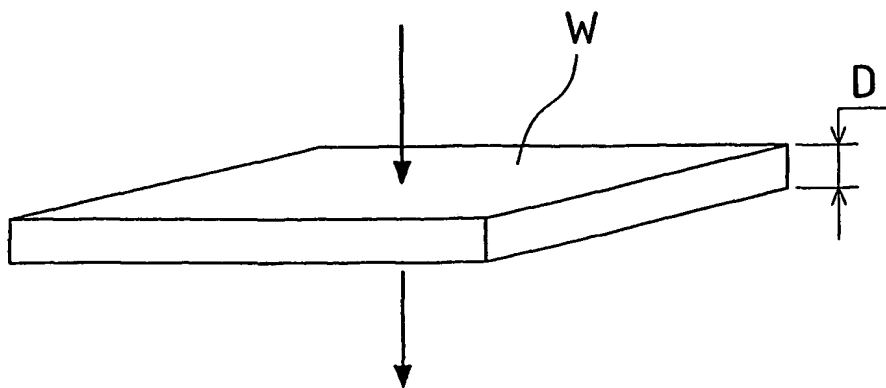
2/5

図2



$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha d) = A / 100 \times I_0$$

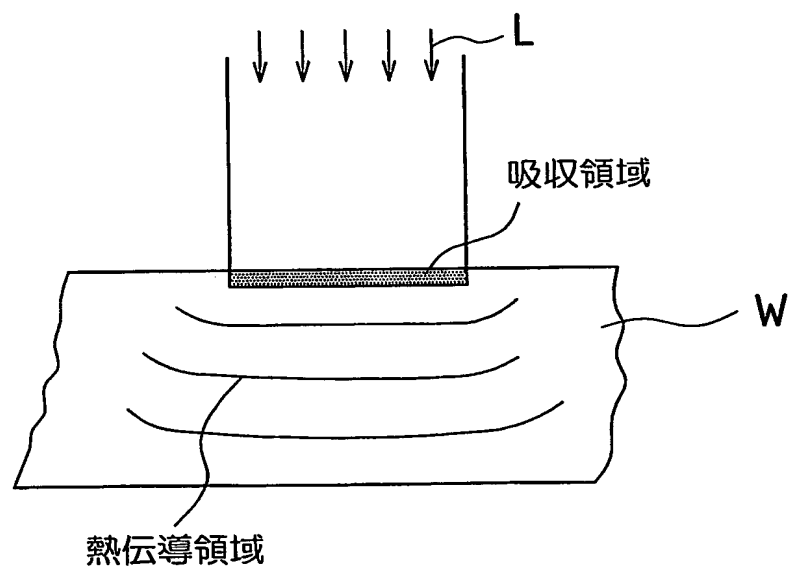
図3



$$I' = I_0 \cdot \exp(-\alpha D) = B / 100 \times I_0$$

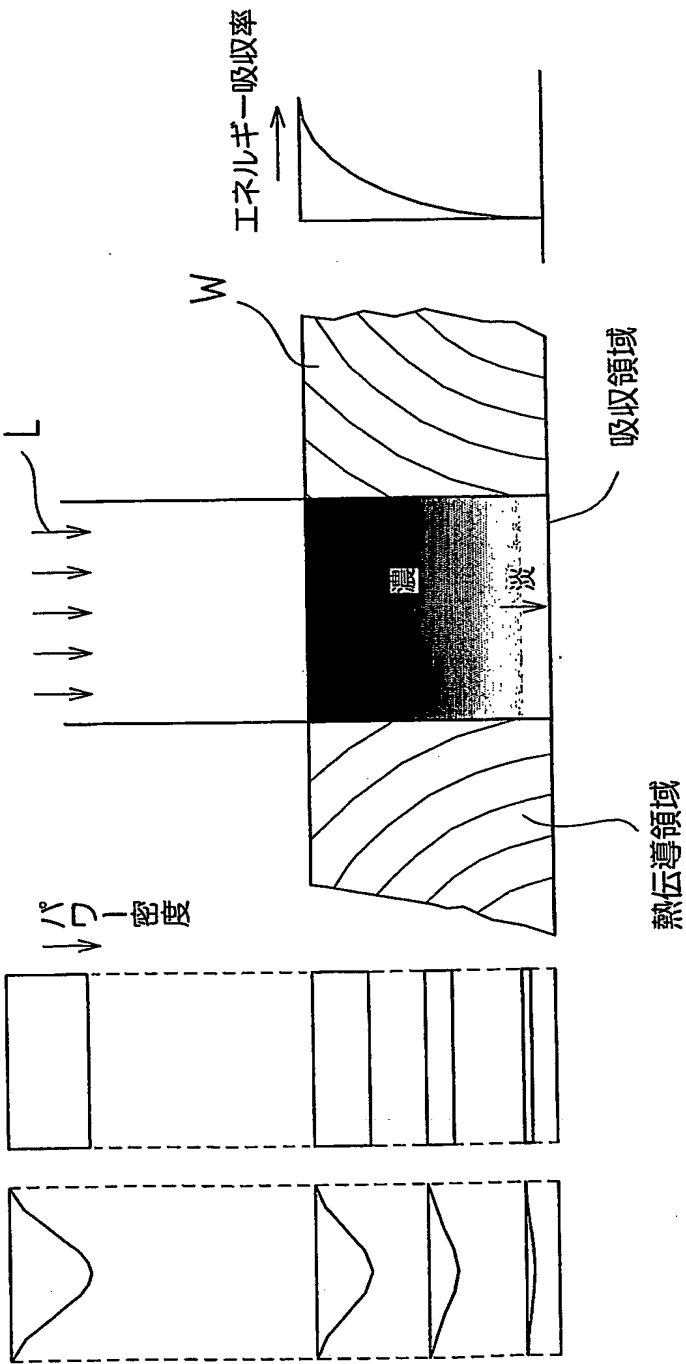
3/5

図4



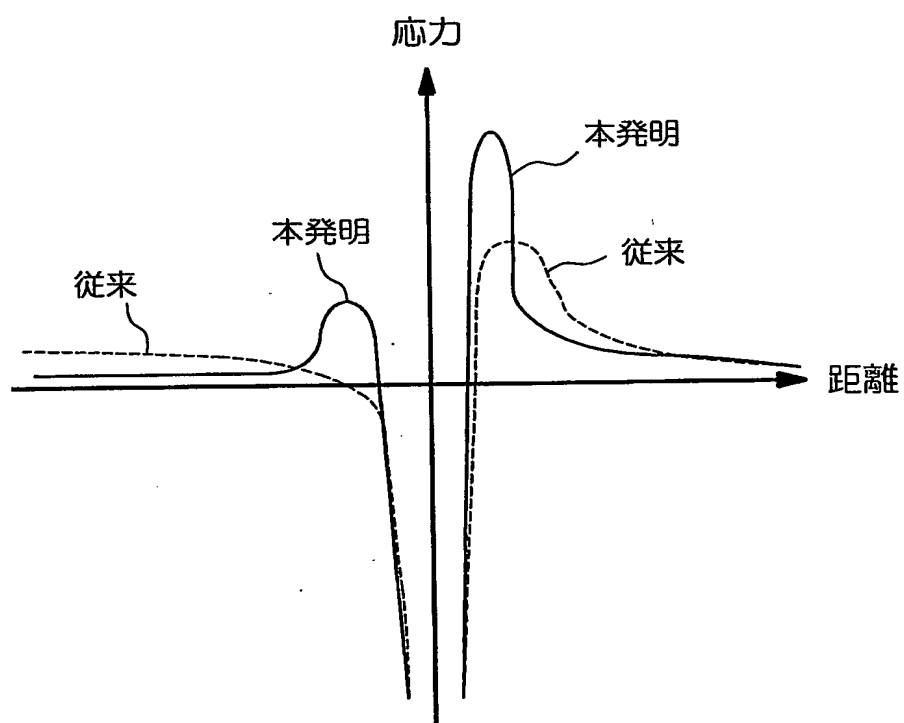
4/5

図5



5/5

図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/02961

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B28D5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B28D5/00, B23K26/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-110095 A (Brother Industries, Ltd.), 10 May, 1991 (10.05.91), (Family: none)	1-5
A	JP 6-318675 A (Nippondenso Co., Ltd.), 15 November, 1994 (15.11.94), (Family: none)	1-5
A	WO 01/38242 A1 (Schott Spezialglas GmbH), 31 May, 2001 (31.05.01), & AU 7285400 A & DE 19955824 A & JP 2003-514673 A	1-5
A	JP 3-13040 A (Kagasaki-Ken), 21 February, 1991 (21.02.91), (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 June, 2003 (03.06.03)Date of mailing of the international search report
17 June, 2003 (17.06.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B28D5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B28D5/00

B23K26/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1996

日本国登録実用新案公報 1994-2003

日本国実用新案登録公報 1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 3-110095 A (ブラザー工業株式会社) 199 1.05.10 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 6-318675 A (日本電装株式会社) 1994. 11.15 (ファミリーなし)	1-5
A	WO 01/38242 A1 (Schott Spezial glas GmbH) 2001.05.31 & AU 728 5400 A & DE 19955824 A & JP 20 03-514673 A	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.06.03

国際調査報告の発送日

17.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

千葉 成就

3P

8207

電話番号 03-3581-1101 内線 3362

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 3-13040 A (長崎県) 1991.02.21 (ファミリーなし)	1-5